

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-219577

(43)公開日 平成9年(1997)8月19日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 05 K 3/10		7511-4E	H 05 K 3/10	E
1/03	6 1 0		1/03	6 1 0 D
1/09			1/09	Z
3/22		7511-4E	3/22	B

審査請求 未請求 請求項の数14 O.L (全10頁)

(21)出願番号	特願平8-24312	(71)出願人	390010216 ニッコー株式会社 石川県松任市相木町383番地
(22)出願日	平成8年(1996)2月9日	(72)発明者	毛利 譲 石川県松任市相木町383番地 ニッコー株式会社内
		(72)発明者	宮越 基晴 石川県松任市相木町383番地 ニッコー株式会社内
		(72)発明者	加戸 崇志 石川県松任市相木町383番地 ニッコー株式会社内
		(74)代理人	弁理士 松本 武彦

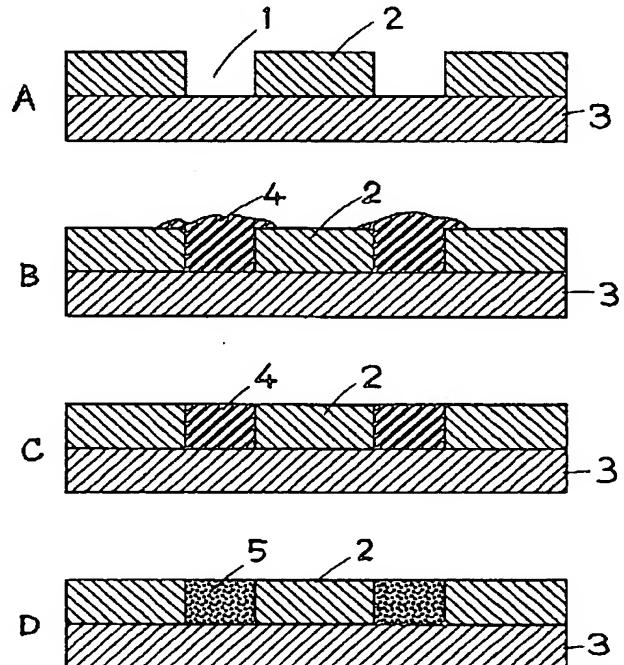
最終頁に続く

(54)【発明の名称】セラミック配線板の製造方法

(57)【要約】

【課題】セラミック基板上に、従来に比べて、微細幅の導体回路を狭いピッチで歩留り良く製造し、しかも、導体回路が、絶縁性に優れ、均一な高さで、平坦な表面を持っている、セラミック配線板を製造する。

【解決手段】このセラミック配線板の製造方法は、導体回路パターンとなる溝が設けられている絶縁層を表面に有するセラミック基板を準備する工程と、溝に、金属粉末と膨張剤と展色剤とを含む導体ペーストを充填する工程と、溝に充填された導体ペーストの表面を平坦化する工程と、平坦化された導体ペーストを焼成して導体回路を形成する工程とを有する。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】セラミック基板の表面に導体回路を有するセラミック配線板の製造方法において、導体回路パターンとなる溝が設けられている絶縁層を表面に有するセラミック基板を準備する工程と、前記溝に、金属粉末と膨張剤と展色剤とを含む導体ペーストを充填する工程と、前記溝に充填された導体ペーストの表面を平坦化する工程と、平坦化された前記導体ペーストを焼成して導体回路を形成する工程と、を有するセラミック配線板の製造方法。

【請求項2】前記絶縁層が、前記セラミック基板表面に感光性絶縁ペーストを塗布し乾燥して薄層を形成した後、前記薄層を露光し現像して前記溝を掘ることにより形成される、請求項1に記載の方法。

【請求項3】前記絶縁層が、前記溝を掘った後に前記薄層を焼成して得られる焼成物である、請求項2に記載の方法。

【請求項4】前記導体ペーストを前記溝に充填する工程が、前記導体ペーストを少なくとも前記溝に印刷する工程と、印刷された前記導体ペーストに等方圧を加える工程を有する、請求項1～3のいずれかに記載の方法。

【請求項5】前記金属粉末の平均粒径が3μm以上である、請求項1～4のいずれかに記載の方法。

【請求項6】前記膨張剤が、固結性を有する化合物である、請求項5に記載の方法。

【請求項7】前記膨張剤が、アルミノケイ酸塩系化合物、チタン酸バリウム、チタン酸カルシウム、チタン酸鉛、ジルコニウム酸鉛、フェライト、PTZ、およびPTFからなる群から選ばれる少なくとも1つである、請求項6に記載の方法。

【請求項8】前記アルミノケイ酸塩系化合物が、一般式RO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub> (Rはアルカリ金属又はアルカリ土類金属を表す)で示される化合物である、請求項7に記載の方法。

【請求項9】前記導体ペーストが密着性改善剤をさらに含む、請求項1～8のいずれかに記載の方法。

【請求項10】前記密着性改善剤が軟化点500～1000℃のガラスである、請求項9に記載の方法。

【請求項11】前記導体ペーストが密着性改善助剤をさらに含む、請求項9または10に記載の方法。

【請求項12】前記密着性改善助剤が、TiO<sub>2</sub>、CuO、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、およびNiOからなる群から選択される少なくとも1つである、請求項11に記載の方法。

【請求項13】前記金属粉末が、金粉末、銀粉末、および銅粉末からなる群から選択される少なくとも1つである、請求項1～12のいずれかに記載の方法。

【請求項14】前記金属粉末が、ロジウム粉末0.1～3.0重量%を含む、請求項13に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

2

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、セラミック配線板の製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】一般的なセラミック配線板は、96%のアルミナを代表例とするセラミック基板に、Ag、Ag/Pd、Ag/Pt、Au、Cu等の導電粉末を含むペーストで導体回路パターンをスクリーン印刷し、この基板を約800～900℃で焼成して配線回路を形成する方法により作られる。

【0003】近年、電子機器の小型化・高性能化が進むにつれて電子回路において使用するICの数やICのピン数が増大してきており、これらのICを実装する基板の配線ルールを、いかにして半導体に使われる設計ルールに近づけられるかが大きな課題となっている。通常のスクリーン印刷では、導体幅125μm程度までが量産レベルの下限とされている。AuやCuのように耐マイグレーション性の良い導体材料では最低75μm幅でスクリーン印刷が行われている。しかしながら、印刷条件・印刷環境などを厳密に制御しなければ、歩留りが大きく低下する。

【0004】導体ペーストを微細配線パターンでセラミック基板にスクリーン印刷すると、導体ペーストは山型になる。これはスクリーン印刷マスクからペーストがセラミック基板に移行していく際にマスク側との密着力があるために印刷直後で平坦でないばかりでなく、その後の表面張力でも平坦性が悪くなるためと考えられる。これらの理由によりセラミック基板への厚膜導体ペーストを用いた製造方法では多ピンIC・フリップチップ実装で求められるライン/スペース=75/75μm以下の設計ルールの回路基板の製造が非常に困難とされている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明が解決しようとする課題は、セラミック基板上に、従来に比べて、微細幅の導体回路を狭いピッチで歩留り良く製造でき、しかも、導体回路が、絶縁性に優れ、均一な高さで、平坦な表面を持っている、セラミック配線板の製造方法を提供することである。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明のセラミック配線板の製造方法は、セラミック基板の表面に導体回路を有するセラミック配線板を製造する方法であって、導体回路パターンとなる溝が設けられている絶縁層を表面に有するセラミック基板を準備する工程と、溝に、金属粉末と膨張剤と展色剤とを含む導体ペーストを充填する工程と、溝に充填された導体ペーストの表面を平坦化する工程と、平坦化された導体ペーストを焼成して導体回路を形成する工程とを有する。

【0007】なお、絶縁層は、セラミック基板表面に感

光性絶縁ペーストを塗布し乾燥して薄層を形成した後、薄層を露光し現像して溝を掘ることにより形成されてもよい。また、絶縁層は、セラミック基板表面に感光性絶縁ペーストを塗布し乾燥して薄層を形成した後、薄層を露光し現像して溝を掘った後に薄層を焼成して得られる焼成物であってもよい。

【0008】また、導体ペーストを溝に充填する工程は、導体ペーストを少なくとも溝に印刷する工程と、印刷された導体ペーストに等方圧を加える工程とを有するのが好ましい。導体ペーストに含まれる金属粉末は、たとえば、平均粒径  $3 \mu\text{m}$  以上のものである。

【0009】なお、導体ペーストに含まれる膨張剤は、固結性を有する化合物であることが好ましい。固結性を有する膨張剤は、たとえば、アルミノケイ酸塩系化合物、チタン酸バリウム、チタン酸カルシウム、チタン酸鉛、ジルコニウム酸鉛、フェライト、PTZ、およびPTFからなる群から選ばれる少なくとも1つである。アルミノケイ酸塩系化合物は、たとえば、一般式  $\text{RO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$  (Rはアルカリ金属又はアルカリ土類金属を表す) で示される化合物である。

【0010】また、導体ペーストは密着性改善剤をさらに含むことが好ましい。密着性改善剤は、たとえば、軟化点  $500 \sim 1000^\circ\text{C}$  のガラスである。導体ペーストが密着性改善剤を含む場合、導体ペーストは密着性改善助剤をさらに含むことが好ましい。密着性改善助剤は、たとえば、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{CuO}$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 、および $\text{NiO}$ からなる群から選択される少なくとも1つである。

【0011】なお、導体ペーストに含まれる金属粉末は、金粉末、銀粉末、および銅粉末からなる群から選択される少なくとも1つであることが好ましい。また、導体ペーストに含まれる金属粉末は、ロジウム粉末0.1～3.0重量%を含むことが好ましい。

#### 【0012】

【作用】本発明のセラミック配線板の製造方法では、絶縁層に設けた導体回路パターンとなる溝に導体ペーストを充填するので、導体ペーストが横に流れ広がるのが防がれ、導体ペーストで微細な幅の導体回路パターンを描くことができる。溝が複数設けられている場合には溝の間に介在する絶縁層によって隣同士の溝の導体ペーストが互いに隔てられる。溝に充填された導体ペーストの表面を平坦化するので、導体ペーストは均一な高さと平坦な表面を有する。仮に導体ペーストが溝からあふれ出たとしても、あふれ出た導体ペーストは平坦化のときに除去されるため、不良品を生じにくく歩留りが高くなる。しかも、導体ペーストは、膨張剤を含んでいるので、導体ペースト焼成時に、膨張剤が膨張して導体ペーストの収縮を抑え、溝にぴったりまたはほぼぴったりの導体回路を形成する。この導体回路は、均一な高さと平坦な表面を有する。導体回路が複数形成される場合には、複数

の導体回路は間に介在する絶縁層によって確実に電気絶縁される。

#### 【0013】

【発明の実施の形態】図1および2はそれぞれ、本発明の1実施例によるセラミック配線板の製造方法を示す模式断面図である。図1および2にみるように、本発明のセラミック配線板の製造方法は、セラミック基板の表面に導体回路を有するセラミック配線板を製造する方法であって、準備工程Aと充填工程Bと平坦化工程Cと焼成工程Dとを有する。

【0014】準備工程Aは、導体回路パターンとなる溝1が設けられている絶縁層2を表面に有するセラミック基板3を準備する工程である。絶縁層2は、たとえば、図3にみるように、セラミック基板3表面に絶縁ペーストを塗布して乾燥し、薄層6を形成する工程(図3のA<sub>1</sub>～A<sub>2</sub>)と、薄層6を露光し現像して導体回路パターンとなる溝1を形成する工程(図3のA<sub>3</sub>～A<sub>4</sub>)とを含む方法により製造される。露光(下向きの矢印で露光のために照射する光を示している)は、導体回路パターンのポジ7で薄層6をマスクして行われる。また、溝1を形成した後に薄層6を焼成する工程をさらに含む方法により製造されてもよい。薄層6を焼成しておく場合、後で行う導体ペーストの焼成時に絶縁層2と導体回路5の厚みがほとんどまたは全く減少しないため、絶縁層2の表面は、導体回路5の表面とほとんど同じまたは同じ高さとなる(図1のD参照)。薄層6を焼成しておかない場合、後で行う導体ペーストの焼成時に絶縁層2の厚みが大きく減少する(たとえば、高さ方向(厚み方向)に約50%焼成収縮する)が導体回路5の厚みはほとんどまたは全く減少しないため、導体回路5の表面が絶縁層2の表面よりも突き出る(図2のD参照)。しかし、導体ペーストは、保形性を有するので、焼成後に絶縁層2の表面よりも突き出している場合に、研磨時の平坦性・高さ方向の均一性を保つことができる。絶縁ペーストで絶縁層2を形成する場合、最小の露光サイズは厚みとほぼ1対1の関係があり、たとえば  $50 \mu\text{m}$  幅の導体回路5(溝1の幅  $50 \mu\text{m}$ )を形成する場合、絶縁ペーストの印刷乾燥厚みを  $50 \mu\text{m}$  とする。絶縁層2は2、3回の重ね作業が可能であるため、導体回路5の表面が絶縁層2の表面よりも突き出している場合には、絶縁層2の重ね作業を行えば、絶縁層2の表面が導体回路5の表面とほとんど同じまたは同じ高さとなるようにすることができる。このため、微細でアスペクト比の高い導体回路5(幅が狭く、高さの高い導体回路5)を作ることができる。このような導体回路は、微細だが導体抵抗を小さくする場合に特に効果がある。

【0015】以上に説明したように、薄層6の露光・現像後で導体ペースト充填前に薄層6の焼成を行うか否かで、得られるセラミック配線板の形態が制御されうる。

50 セラミック基板3としては、たとえば、アルミナ基板、

低温焼結基板（例えばアルミナ50重量%、ガラス50重量%の組成）などの通常のセラミック配線板に使用されるセラミック基板が使用される。セラミック基板3は、常法に従って前処理されていてもよく、前処理を全くされていなくてもよい。

【0016】絶縁層2を形成するための絶縁ペーストとしては、多層配線板用に解像度の高いもの（たとえば、50μm幅のエッチングが可能なもの）が市販されており、感光性絶縁ペースト（たとえば、アルミナとホウケイ酸鉛ガラスの複合成分からなるセラミック粉末が、メチルメタクリレート共重合体と光重合開始剤と熱重合禁止剤と光架橋剤と溶媒とを含む感光性ビヒクルに分散されている光硬化性絶縁セラミックペースト：日本電気社製NTPペースト、デュポン社製6050などの市販品が入手できる）などが使用される。

【0017】セラミック基板3表面に絶縁ペーストを塗布するには、たとえば、スクリーン印刷を利用する。セラミック基板3表面全体に絶縁ペーストを塗布した後、必要に応じて絶縁ペーストをレベリングし、絶縁ペーストを乾燥させ、絶縁層2となる薄層6を形成する。レベリングは、絶縁ペーストの流動性により平坦化するものである。レベリングや乾燥の方法および条件は使用した絶縁ペーストに応じて適宜採用すればよい。薄層6の厚みは、たとえば、10～100μmである。次にマスクを使用して導体回路パターンで薄層6を露光し現像して導体回路パターンとなる溝1を形成する。導体回路パターンにおいて、導体回路の幅は、たとえば、30～100μmであり、導体回路間のピッチは、たとえば、30～100μmであり、従来の厚膜法により作製可能なものに比べて微細幅で狭いピッチである。露光や現像の方法および条件は使用した絶縁ペーストに応じて適宜採用すればよい。溝1を形成した後に、薄層6を焼成してもよい。焼成の方法および条件は使用した絶縁ペーストに応じて適宜採用すればよい。

【0018】準備工程Aは、セラミック基板3表面に溝1と絶縁層2を形成する、上記の方法あるいは他の方法（たとえば、導体回路パターンを残して絶縁ペーストでセラミック基板にスクリーン印刷し乾燥して導体回路パターンとなる溝を設けた薄層を形成する方法）であってもよいし、これらのいずれかの方法により溝1と絶縁層2を予めセラミック基板3表面に形成したものを次工程で使うように用意することであってもよい。

【0019】充填工程Bは、絶縁層2の溝1に、金属粉末と膨張剤と展色剤とを含む導体ペースト4を充填する工程である。導体ペースト4は、金属粉末と膨張剤と展色剤とを含んでるので、密着性、保形性にすぐれており、低焼成収縮性であり、溝内に隙間のない導体回路を形成することができる。

【0020】本発明の方法によれば、導体ペーストを溝に充填し、乾燥させ、焼成する。ところが、一般に市販

されている導体ペーストは、焼成時に乾燥膜厚の約50～60%に収縮するため、本発明の方法に用いられた場合、導体回路と溝の内面との間に隙間を生じて好ましくない。本発明に使用される導体ペーストは、低焼成収縮性のものであり、好ましくは焼成収縮がほとんどないものである。

【0021】金属粉末の材質としては、通常、セラミック基板上に印刷される配線回路を構成する材料が使用される。具体的には、金、銀、銅等の単体金属や、銀／パラジウム、銀／白金等の合金があげられ、これら2種以上を混合して用いてもよい。金属粉末は、金粉末、銀粉末、および銅粉末からなる群から選択される少なくとも1つであることが好ましい。これは、これらの粉末が導電性に優れており、しかも導電性の経時的な悪化を生じにくいからである。

【0022】金属粉末の形状は、球状、塊状、針状、鱗片状等があげられる。焼成時の熱収縮をより低く抑えるためには、金属粉末の平均粒径は、好ましくは3μm以上、より好ましくは5μm以上である。また、金属粉末の充填率が向上して焼成体（または焼結体）がより緻密質になることを考慮すると、金属粉末の平均粒径は、好ましくは10μm以下、より好ましくは7μm以下である。金属粉末の平均粒径は、たとえば1～10μm、好ましくは2～7μmであり、金属粉末の充填率をより向上させることと焼成時の熱収縮をより低く抑えることとのバランスを考慮すると、より好ましくは3～7μm、さらに好ましくは5～7μmである。焼成体（または焼結体）をより緻密質とする目的やあるいは印刷性を向上させる目的で、上記範囲内の平均粒径の金属粉末の他に該範囲よりも小さい平均粒径の金属粉末を併用することができる。

【0023】また、金属粉末は、焼成による収縮を抑制する目的でロジウム（Rh）粉末をさらに含んでいるのが好ましい。ロジウム粉末の添加量は、ロジウムも含めた金属粉末全体に対して0.1～3.0重量%であることが好ましく、0.6～3.0重量%であることがさらに好ましい。添加量が0.1重量%より少ない場合には、焼成による収縮を抑制する効果が少ないことがある。また、添加量が3.0重量%より多い場合には、導体ペースト中の他の金属粉末の量が相対的に低下するので導体抵抗値が増加することがある。また、ロジウムは非常に高価であるため過剰な使用はコスト上昇に見合った性能向上に寄与しないことがある。

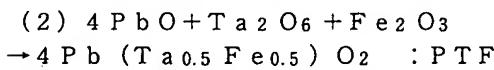
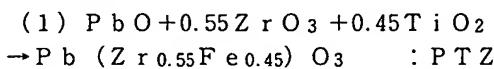
【0024】ロジウム粉末は、球状、塊状、針状、鱗片状等の任意の形状のものを用いることができ、その平均粒径は、0.1～2.0μmであることが好ましく、0.5～1.2μmであることがさらに好ましい。平均粒径が0.1μmより小さい場合には、焼成による熱収縮抑制効果が薄れてしまうことがある。また、平均粒径が2.0μmより大きい場合には、焼成による熱収縮の

抑制が均一に行われないおそれがある。

【0025】導体ペーストに含まれる膨張剤は、焼成時に膨張性を示す物質であれば特に制限はないが、本発明において特に好適に使用される膨張剤は、膨張性に加えて固結性をも示す物質である。具体的には、焼成時に膨張性を示した後、単調に収縮し固結性を示す焼結体である。なお、本発明でいう「固結性」とは、焼結時に結晶相が出現してそれ以上には膨張性を示さなくなつて安定し、保形性が発現するという性質をいう。

【0026】このような固結性を有する膨張剤とは、例えば、アルミノケイ酸塩系化合物、チタン酸バリウム、チタン酸カルシウム、チタン酸鉛、ジルコニウム酸鉛、フェライト ( $ZnFe_2O_4$ 、 $CdFe_2O_4$  等)、PTZ、PTF 等があげられる。ここで、PTZ、PTF とはそれぞれ (1)、(2) の反応の結果得られる焼結体をいう。

#### 【0027】



アルミノケイ酸塩系化合物は、例えば、一般式  $RO - Al_2O_3 - SiO_2$  (R はアルカリ金属又はアルカリ土類金属を表す) で示される化合物であり、具体的にはアノーサイト ( $CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ )、セルシアン ( $BaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ ) 等である。

【0028】アルミノケイ酸塩系化合物は、例えば、次のような方法で得られる仮焼物である。まず、カオリンと I 族金属元素の酸化物および/または焼成により酸化物になりうる塩 (炭酸塩など) とを仮焼する。これらを仮焼すると、再焼成時に粘性流動を示す反応性に富んだ非晶質の混合物となる。この混合物を本焼すると、混合物は粘性流動域で (A<sub>g</sub> 存在下で) 膨張性を示し、結晶相が析出するとともに粘性が高くなり、最終的に固結する。固結すると、それ以上には膨張性を示さなくなつて保形性を有する焼結体となる。

【0029】膨張剤の使用割合は、金属粉末 100 重量部に対して 0.5 ~ 1.5 重量部であることが好ましく、1.0 ~ 7.0 重量部であることがさらに好ましい。膨張剤の使用割合が 0.5 重量部より少ない場合には、導体の収縮を抑制する作用が弱く、溝内に隙間ができることがある。また、1.5 重量部より多い場合には、焼結体が粗密な構造となり、導体抵抗値の上昇を引き起こすことがある。

【0030】膨張剤は、粒子状で導体ペースト中に含まれる。膨張剤の平均粒径は、好ましくは  $10 \mu m$  以下、より好ましくは  $7 \mu m$  以下である。平均粒径が前記範囲より大きい場合には、導体ペーストが充填される溝に膨張剤粒子が入り込めなかつたり、あるいは導体回路の切断を引き起こすおそれがある。展色剤は結合剤および溶

剤からなる。結合剤および溶剤としては、導体ペーストの焼成の際に、気体となって離散しうるものであればよく、たとえば、従来の導体ペーストの展色剤に用いられているものが挙げられ、結合剤としては、エチルセルロース、アクリル樹脂などが用いられ、溶剤としては、エチルカルビトールアセテート、テルピネオール等が用いられる。結合剤の使用量は、例えば、金属粉末 100 重量部に対して、2 ~ 10 重量部程度である。また、溶剤の使用量は、使用する結合剤の種類によっても異なる

10 が、例えば、結合剤 100 重量部に対して、300 ~ 2000 重量部程度である。具体的な展色剤としては、田中貴金属インターナショナル社製 TRD-1 等が好適に使用される。展色剤の使用量は、例えば、原料粉末全体 100 重量部に対して、10 ~ 45 重量部程度である。

【0031】導体ペースト 4 は、セラミック基板との密着性を向上させる目的で密着性改善剤をさらに含むことが好ましい。本発明で好適に使用される密着性改善剤は、 $PbO$ 、 $B_2O_3$ 、 $ZnO$ 、 $CaO$ 、 $SiO_2$ 、 $Al_2O_3$  等の一般的なガラス成分から構成され、好ましくは軟化点 500 ~ 1000 °C のガラスであり、さらに好ましくは軟化点 600 ~ 900 °C のガラスである。軟化点が 500 °C 未満のガラスを使用する場合には、導体ペーストの焼成時にこの密着性改善剤の粘度が下がり過ぎて溝壁面への移行量が少なくなり、導体と溝壁面との接合に寄与しなくなるばかりでなく、導体の収縮を増大させ溝から導体を剥離させる原因となる。また、軟化点が 1000 °C を越えるガラスを使用する場合には、導体ペーストを焼成する際の熱ではガラスが良好に軟化せず、接着性に影響を及ぼす。

【0032】密着性改善剤は、粒子状で導体ペースト中に含まれる。密着性改善剤の平均粒径は、好ましくは  $10 \mu m$  以下、より好ましくは  $7 \mu m$  以下である。平均粒径が前記範囲より大きい場合には、導体ペーストが充填される溝に密着性改善剤粒子が入り込めなかつたり、あるいは導体回路の切断を引き起こすおそれがある。導体ペースト 4 は、密着性改善剤を含む場合、セラミック基板との密着性をより向上させる目的で、密着性改善助剤をさらに含むことが好ましい。密着性改善助剤としては、密着性改善剤と同様の作用を示すガラス成分とも成りうるとともに、セラミック基板との密着性をより向上させることができるという理由で、 $TiO_2$ 、 $CuO$ 、 $Cr_2O_3$ 、 $Bi_2O_3$ 、 $NiO$  の中から選択される少なくとも 1 種であることが好ましいが、セラミック基板との密着性をより向上させるものであれば、これらの酸化物に限定されない。

【0033】密着性改善助剤は、粒子状で導体ペースト中に含まれる。密着性改善助剤の平均粒径は、好ましくは  $10 \mu m$  以下、より好ましくは  $7 \mu m$  以下である。平均粒径が前記範囲より大きい場合には、導体ペーストが充填される溝に密着性改善助剤粒子が入り込めなかつた

り、あるいは導体回路の切断を引き起こすおそれがある。

【0034】導体ペースト4は、焼成前の混練物に適度の流動性を付与する等の目的で、脂肪族エステル等の添加剤を含んでいてもよい。導体ペースト4は、たとえば、金属粉末および膨張剤を含む原料粉末と展色剤とを混練する方法、金属粉末と展色剤との混練物に膨張剤等の添加物と展色剤との混練物を加えて混練する方法などにより得られる。混練する際には、3本ロールミル等の混合機を用いたり、擂潰機を使用することが好ましい。

【0035】セラミック基板3表面に形成された絶縁層2の溝1に導体ペースト4を充填する際には、メタルマスクなどのマスクで絶縁層2表面（上面）を覆って導体ペースト4を溝1に充填したり、マスクで絶縁層2表面を覆わずに全体的に導体ペースト4を塗布して溝1に充填したりすることができる。絶縁層2表面上にも塗布された導体ペースト4が隣同士の溝1に充填された導体ペースト4を繋げても問題でない。なお、メタルマスクは、溝1に相当する位置に溝1の幅以上の幅の孔を有する金属板である。導体ペーストの充填は、厚膜印刷技術で一般的に行われているスクリーン印刷やメタルマスク印刷によって導体ペーストが溝1に入り込むように行うのがよい。導体ペースト4を溝1に充填するために、これらの印刷を利用する場合には、印刷後、図4のB<sub>1</sub>～B<sub>2</sub>にみるように、導体ペースト4に温水等方圧プレスなどのプレス板8で圧力をかけ、導体ペースト4とセラミック基板3との接着を確実なものにし、また、溝1内に残存している空気を外部に逃がして充填を確実なものにすることができる。

【0036】平坦化工程Cは、溝1に充填された導体ペースト4の表面を平坦化する工程である。導体ペースト4表面の平坦化は、たとえば、溝1に充填された導体ペースト4を乾燥させた後、乾燥した導体ペーストだけを、あるいは、乾燥した導体ペーストと絶縁層2とをラッピングなどの方法で平面研磨することにより行うことができる。平面研磨により、乾燥した導体ペーストの表面が、あるいは、乾燥した導体ペーストの表面と絶縁層2の表面とが同じ高さになって平坦になり、絶縁層2表面上の導体ペーストは完全に除去され、短絡のおそれはなくなる。

【0037】焼成工程Dは、平坦化された導体ペースト4を焼成して導体回路5を形成する工程である。導体ペースト4の焼成温度は750～1000℃であることが好ましく、800～950℃であることがさらに好ましい。導体ペースト4が密着性改善剤を含む場合には、焼成温度は密着性改善剤の軟化点以上の温度である。焼成温度が750℃より低い場合には、金属粉末の焼結が不充分となるため、得られる焼結体が粗密になって導体抵抗値の上昇をまねくことがある。また、焼結体の結晶化が行われないため、固結性が損なわれることがある。焼

成温度が1000℃より高い場合には、密着性改善助剤であるガラス成分の発泡や金属粉末の過焼結を引き起こすことがある。なお、導体ペーストの焼成は、連続焼成炉やバッチ炉を用いて最高温度で約5～120分間行うのがよい。焼成後に、上述の方法で平坦化を行ってよい。

【0038】本発明のセラミック配線板の製造方法では、上記のようにして導体回路5を形成した後、さらにその上に図1または2の各Aにみるように溝1と絶縁層2とを形成し、上記充填工程B→平坦化工程C→焼成工程Dを行なうという操作を1回以上繰り返すことにより、導体回路5を上下に2層以上備えた多層配線板を得ることができる。多層配線板の場合、上下の導体回路を電気的に接続するバイアホール配線は常法（たとえば、光技術でエッチングし、抜いた部分に導体を形成する方法がその1例である）に従って設けることができる。多層配線板の層間接続にも上述の導体ペースト4を用いることができる。

【0039】

20 【実施例】以下に、本発明の実施例と、本発明の範囲を外れた比較例とを示すが、本発明は下記実施例に限定されない。

【製造例1：導体ペーストの製造】金属粉末として銀粉末（平均粒径=5.0μm）を用いた。まず、この銀粉末100重量部に対してビヒクル（展色剤）を20重量部加えて混合し、更に3本ロールミルで混練して銀ペーストを得た。ビヒクルは、テルピネオール100重量部に対してエチルセルロースを15重量部溶解させたものを使用した。

30 【0040】次に、膨張剤、密着性改善剤、密着性改善助剤と前述のビヒクルとを混合し、更に3本ロールミルで混練して添加剤ペーストを得た。添加剤ペーストを調製する際の各原料の使用量は、金属粉末100重量部に対し、膨張剤が3.9重量部、密着性改善剤が6.7重量部、密着性改善助剤が0.6重量部、ビヒクルが20重量部とした。膨張剤としては、カオリン（平均粒径=0.25μm）と炭酸カルシウム（平均粒径=0.3μm）を混合した粉末を約870℃で仮焼した粉末を用いた。仮焼粉末の組成は、CaO、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>の各成分に換算して、CaO:Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:SiO<sub>2</sub>=1.1:1.0:2.4であった。密着性改善剤としては平均粒径3.5μmのB<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ZnO-PbO系ガラス粉末（旭硝子社製、ASF-1440:軟化点635℃）を使用し、密着性改善助剤は、平均粒径0.3μmのTiO<sub>2</sub>粉末（石原産業社製）を使用した。

【0041】上記銀ペーストと添加剤ペーストを混合し、混練することによって導体ペースト（1）を得た。

【製造例2】密着性改善助剤を混合しなかったこと以外は、製造例1と同様にして導体ペースト（2）を得た。

50 【0042】【製造例3】密着性改善剤と密着性改善助

剤とを混合しなかったこと以外は、製造例1と同様にして導体ペースト(3)を得た。

【製造例4】膨張剤の量を銀粉末100重量部に対して1.0重量部に変えたこと以外は、製造例1と同様にして導体ペースト(4)を得た。

【0043】【製造例5】膨張剤の量を銀粉末100重量部に対して7.0重量部に変えたこと以外は、製造例1と同様にして導体ペースト(5)を得た。

【実施例1】図1と図3に示す方法でセラミック配線板を製造した。

【0044】純度96%アルミナ基板(3インチ×3インチ、厚み0.635インチ)上に感光性絶縁ペースト(日本電気社製商品名NTPペースト)でスクリーン印刷し(200メッシュのステンレススチール(SUS)スクリーンを使用)、室温で10分間程度レベリングさせた後、100℃で20分程度乾燥させた。これにより、セラミック基板3であるアルミナ基板表面全面に厚み約30μmの薄層6が形成された。導体回路パターンのポジ7(幅75μm、長さ30mmのラインが間隔75μmで横に50個並列したポジを使用)を薄層6の上に合わせて30mJ/cm<sup>2</sup>の紫外線(UV)で露光し、現像液(旭硝子社製商品名AK-225)を約1分間スプレーすることにより現像し、幅75μm、長さ30mmの溝が75μmの間隔で横に50本並列して設けられた絶縁層2を表面に有するアルミナ基板を得、連続焼成炉で30分かけて850℃まで昇温し、同温度で10分間保持し、同温度から30分かけて室温まで冷却することにより焼成した。表面の溝に製造例1で得られた導体ペースト(1)をゴムヘラを用いて押し込むようにして充填した。充填後、150℃で10分間クリーンオープン中で乾燥した後、アルミナ砥粒を用いてアルミナ基板上の導体ペースト(1)と絶縁層2との表面を平面研削して平坦化し、連続焼成炉で25分かけて850℃まで昇温し、同温度で10分間保持し、同温度から25分かけて室温まで冷却することにより焼成し、導体回路の厚みが絶縁層の厚みと等しく両者の表面が同じ高さのセラミック配線板を得た。なお、この時の絶縁層の厚みは約18μmであった。

【0045】【実施例2】導体ペースト(1)の代わりに導体ペースト(2)を用いたこと以外は実施例1と同様にしてセラミック配線板を得た。

【実施例3】導体ペースト(1)の代わりに導体ペースト(3)を用いたこと以外は実施例1と同様にしてセラミック配線板を得た。

【0046】【実施例4】導体ペースト(1)の代わりに導体ペースト(4)を用いたこと以外は実施例1と同様にしてセラミック配線板を得た。

【実施例5】導体ペースト(1)の代わりに導体ペースト(5)を用いたこと以外は実施例1と同様にしてセラミック配線板を得た。

【0047】【比較例1】導体ペースト(1)の代わりに市販されているAgペースト(田中貴金属インターナショナル社製TR3026)を用いたこと以外は実施例1と同様にして比較用セラミック配線板を得た。

【実施例6】図2と図3と図4に示す方法でセラミック配線板を製造した。

【0048】純度96%アルミナ基板(3インチ×3インチ、厚み0.635インチ)上に感光性絶縁ペースト(日本電気社製商品名NTPペースト)でスクリーン印刷

10 刷し(200メッシュのステンレススチール(SUS)スクリーンを使用)、室温で10分間程度レベリングさせた後、100℃で20分程度乾燥させた。これにより、セラミック基板3であるアルミナ基板表面全面に厚み約30μmの薄層6が形成された。導体回路パターンのポジ7(幅75μm、長さ30mmのラインが間隔75μmで横に50個並列したポジを使用)を薄層6の上に合わせて30mJ/cm<sup>2</sup>のUVで露光し、現像液(旭硝子社製商品名AK-225)を約1分間スプレーすることにより現像し、幅75μm、長さ30mmの溝が75μmの間隔で横に50本並列して設けられた絶縁層2を表面に有するアルミナ基板を得た。表面の溝に製造例1で得られた導体ペースト(1)をゴムヘラを用いて押し込むようにして充填した。充填後、温水等方圧プレスにより95℃、450kg/cm<sup>2</sup>、3分間の条件で導体ペーストに圧力をかけた後、150℃で10分間クリーンオープン中で乾燥し、アルミナ砥粒を用いてアルミナ基板上の導体ペースト(1)と絶縁層2との表面を平面研削して平坦化し、連続焼成炉で25分かけて850℃まで昇温し、同温度で10分間保持し、同温度から25分かけて室温まで冷却することにより焼成し、導体回路の厚みが絶縁層の厚みよりも約2倍大きいセラミック配線板を得た。なお、この時の絶縁層の厚みは約18μmであった。

【0049】【比較例2】導体ペースト(1)の代わりに市販されているAgペースト(田中貴金属インターナショナル社製TR3026)を用いたこと以外は実施例6と同様にして比較用セラミック配線板を得た。実施例および比較例で得られたセラミック配線板について下記の評価を行った。

40 【0050】(絶縁層と導体回路との間の隙間)実施例および比較例で得られたセラミック配線板の実体鏡観察により、絶縁層と導体回路との間に隙間が、全く見られないものを「なし」、導体回路の長さ方向のごく一部にしか見られないものを「ほとんどなし」、導体回路の長さ方向の一部に少し見られるものを「若干有」、導体回路の長さ方向に目立って見られるものを「有」と評価した。

【0051】(導体回路の高さと高さの均一性)実施例および比較例で得られたセラミック配線板の導体回路の表面と絶縁層を接触式表面粗さ計で調査して、導体回路

50

の表面における山頂と谷底の標高を絶縁層表面と比較した。数字の前の記号+は、導体回路表面の山頂が絶縁層表面よりも高くなっていることを表し、記号-は、導体回路表面の谷底が絶縁層表面よりも低くなっていることを表す。

【0052】(接着強度) 200 メッシュのステンレススクリーンを使用して、純度 96% アルミニウム基板(3 インチ × 3 インチ、厚み 0.635 インチ) 上に 2 mm × 2 mm のパッドが多数個配列するように、実施例および比較例で使用した導体ペーストをそれぞれ印刷した。これを 150 °C で 10 分間クリーンオーブン中で乾燥した後、連続焼成炉で各実施例および比較例と同じ条件で焼成した。この基板上の 2 mm × 2 mm のパッドに 0.6 mm φ 錫メ\*

	絶縁層と導体回路との間の隙間	導体回路の高さと高さの均一性	接着強度 (kg/2 mm□)	導体抵抗値 (μΩ · cm)
実施例 1	なし	-3 μm ~ 0 μm	2.3	8
実施例 2	なし	-3 μm ~ 0 μm	2.1	6.3
実施例 3	なし	-3 μm ~ 0 μm	1.5	1.5
実施例 4	ほとんどなし	-3 μm ~ 0 μm	2.3	7
実施例 5	なし	-3 μm ~ 0 μm	1.9	1.2
比較例 1	有	-8 μm ~ -5 μm	4	2.3
実施例 6	なし	+10 μm ~ +12 μm	2.3	8
比較例 2	有	-5 μm ~ -2 μm	4	2.3

【0056】表 1 にみるとおり、実施例で得られたセラミック配線板は、膨張剤を含む導体ペーストを用いて形成した導体回路を有するので、絶縁層と導体回路との隙間が全くないかほとんどないものとなっている。実施例 1 ~ 5 では、焼成物からなる絶縁層の溝に導体ペーストを充填したので、導体回路と絶縁層の表面が同じかまたはほぼ同じ高さになっている。実施例 6 では、未焼成物からなる絶縁層の溝に導体ペーストを充填したので、導体回路の表面が絶縁層の表面よりも高く突き出ている。また、溝に充填された導体ペーストの表面を平坦化したので、導体回路の表面が全体的にほぼ同じ高さであった。なお、実施例では導体抵抗値が、市販の導体ペーストを使った比較例 1、2 よりも大きくなっているが、比較例 1、2 で使った導体ペーストは焼成収縮を起こして断面積が小さくなっているため、実質的な抵抗値 (Ω) は実施例と比較例 1、2 とではあまり変わらないものとなっている。

### 【0057】

【発明の効果】本発明のセラミック配線板の製造方法は、セラミック基板の表面に導体回路を有するセラミック配線板を製造する方法であって、導体回路パターンとなる溝が設けられている絶縁層を表面に有するセラミック

\* ツキ軟銅線を共晶半田(銀 2% 含有)で半田付けした後、錫メッキ軟銅線を基板と 90° になるように折り曲げて引っ張り強度(ピール強度)を測定し、各導体ペーストについて 20 個のパッドの平均接着強度(20 ポイントの平均接着強度)を計算した。

【0053】(導体抵抗値) 実施例および比較例で得られたセラミック配線板の導体回路について、サーペンタインラインの膜厚、ライン幅及び抵抗値を測定し、これらの値から導体抵抗値を算出した。各セラミック配線板 10 について、5 試料の平均導体抵抗値を計算した。

【0054】結果を表 1 に示した。

【0055】

【表 1】

ク基板を準備する工程と、溝に、金属粉末と膨張剤と展色剤とを含む導体ペーストを充填する工程と、溝に充填された導体ペーストの表面を平坦化する工程と、平坦化された導体ペーストを焼成して導体回路を形成する工程とを有するので、セラミック基板上に、従来に比べて、微細幅の導体回路を狭いピッチで歩留り良く製造でき、しかも、導体回路が、絶縁性に優れ、均一な高さで、平坦な表面を持っている、セラミック配線板を製造できる。このセラミック配線板は、導体回路の表面が平坦であるため、電子部品などの回路素子のマウント性が良く、IC のフリップチップ実装での搭載を確実なものに 30 することができる。また、本発明の方法で得られたセラミック配線板は、微細でアスペクト比の高い配線を有することができる。また、導体抵抗値が問題となる用途に効果的に使用できる。

【0058】なお、絶縁層が、セラミック基板表面に感光性絶縁ペーストを塗布し乾燥して薄層を形成した後、薄層を露光し現像して溝を掘ることにより形成された場合には、導体回路の表面が絶縁層の表面よりも高く突き出たセラミック配線板が得られる。また、絶縁層が、セラミック基板表面に感光性絶縁ペーストを塗布し乾燥して薄層を形成した後、薄層を露光し現像して溝を掘った 40 50

15

後に薄層を焼成して得られる焼成物である場合には、導体回路と絶縁層の表面が同じかまたはほぼ同じ高さのセラミック配線板が得られる。

【0059】また、導体ペーストを溝に充填する工程が、導体ペーストを少なくとも溝に印刷する工程と、印刷された導体ペーストに等方圧を加える工程を有するときには、導体ペーストのセラミック基板への密着性が向上し、しかも、溝内に空気が残存するのが防がれる。導体ペーストに含まれる金属粉末が平均粒径  $3 \mu\text{m}$  以上のものであるときには、形成される導体回路と絶縁層との間に隙間がより生じにくくなる。

【0060】なお、導体ペーストに含まれる膨張剤は、固結性を有する化合物であることが好ましい。固結性を有する膨張剤が、アルミノケイ酸塩系化合物、チタン酸バリウム、チタン酸カルシウム、チタン酸鉛、ジルコニウム酸鉛、フェライト、PTZ、およびPTFからなる群から選ばれる少なくとも1つである場合には、導体ペーストの焼成後の収縮を抑制する効果がより向上し、絶縁体と導体との密着性もより向上する。アルミノケイ酸塩系化合物が、一般式  $\text{R}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$  (Rはアルカリ金属又はアルカリ土類金属を表す) で示される化合物である場合には、導体ペーストの焼成後の収縮を抑制する効果がさらに向上し、絶縁体と導体との密着性もさらに向上する。

【0061】また、導体ペーストが密着性改善剤をさ

16

に含む場合には、導体と絶縁層およびセラミック基板との接着力を増大させ、導体と絶縁体との密着性を向上させることができる。密着性改善剤は、たとえば、軟化点  $500 \sim 1000^\circ\text{C}$  のガラスである。導体ペーストが密着性改善剤と密着性改善助剤をさらに含む場合には、その密着性をより向上させることができる。密着性改善助剤は、たとえば、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{CuO}$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$ 、および $\text{NiO}$ からなる群から選択される少なくとも1つである。

【0.062】なお、導体ペーストが、金属粉末に対して  $0.1 \sim 3.0$  重量%のロジウム粉末を含む場合には、導体ペーストの焼成後の収縮を抑制する効果が向上する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の1実施例の模式断面図。

【図2】本発明の別の1実施例の模式断面図。

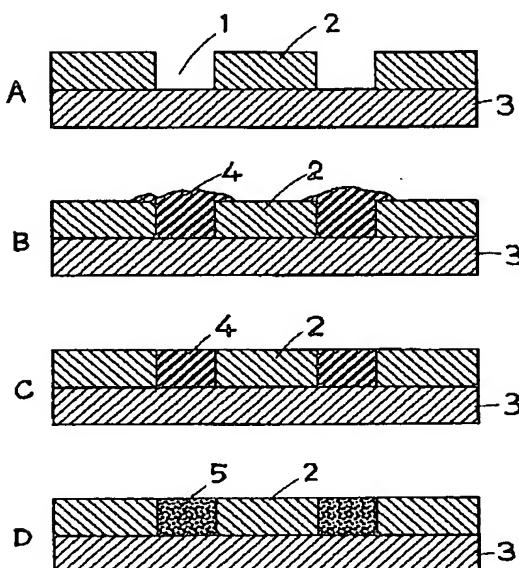
【図3】絶縁層を製造する方法の1例の模式断面図。

【図4】充填工程の1例の模式断面図。

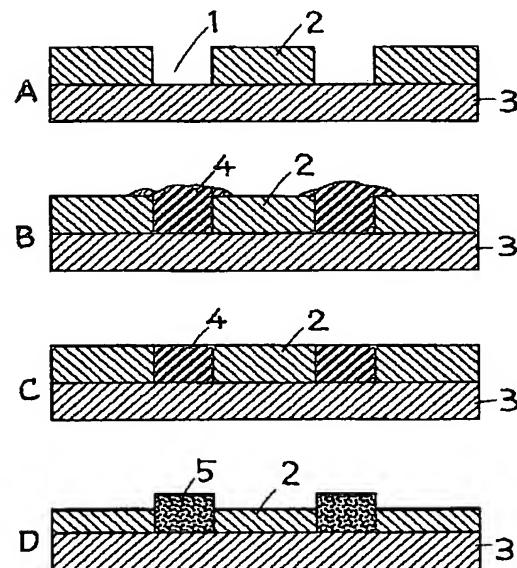
#### 【符号の説明】

20 1 溝  
2 絶縁層  
3 セラミック基板  
4 導体ペースト  
5 導体回路

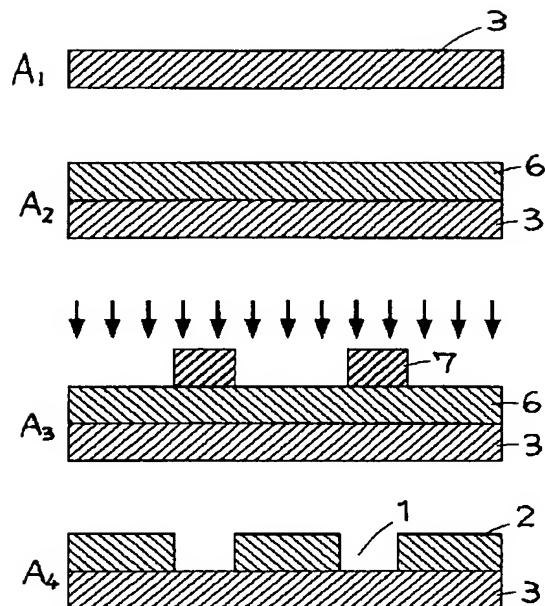
【図1】



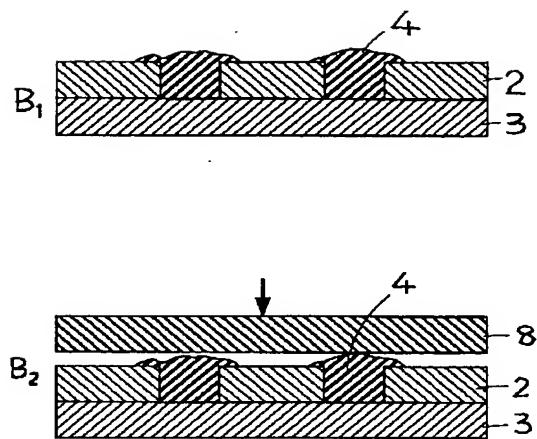
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 水島 清  
石川県松任市相木町383番地 ニッコー株  
式会社内